園藝作物育種講習會專刊 1～28(1990)

園藝作物育種之方法

洪　立
國立台灣大學園藝系

綱　要(I)

一、緒言

(一)何謂作物育種及其重要性
(二)園藝作物育種與其他科學之關係
(三)園藝作物育種之地位
(四)農藝作物育種與園藝作物育種之不同
(五)園藝作物育種中果樹、蔬菜與花卉之不同
(六)作物表現之特性
(七)植物之二大特性 － 遺傳性與變異性
(八)變異之來源與獲得之方法

二、園藝作物育種之方法

(一)引言
(二)自然雜交率
(三)園藝作物中自花與異花授粉作物之種類與育種性狀
(部分包括無性繁殖作物)
1.作物種類
2.遺傳特性
3.育種目標
4.育種時處理之植株對象
5.育種依據之原理原則
6.育種行爲與特性
7.育種方法(見綱要II)
8.應用上之異同

三、設計 － 育種計畫時應考慮之事項

綱　要(II)

園藝作物育種之方法

一、自花授粉作物之育種方法

(一)引種

(二)選種

1.混合選種

2.單株或純系選種

(三)雜交

1.雜交後之選種

A.譜系育種法

B.混合育種法

C.單仔後裔育種法

2.回交

3.多系育種

4.雜交優勢之利用

二、異花授粉作物之育種方法

(一)引種

(二)選種

1.混合選種

2.單株選種

3.後裔選種與系統育種

4.輪迴選種

(三)雜交

1.品種間或種間雜交

2.雜交優勢之利用

3.合成品種

三、無性繁殖作物之育種方法

(一)引種

(二)營養系選種

(三)雜交

四、育種工具

(一)多倍體化育種

(二)誘變育種

(三)生物技術

緒 言

一、何謂作物育種及其重要性

(一)定義：作物育種－為改變及改良作物之遺傳質，育成利用價值較現有品種更高之新栽培型的農業技術[10]。

作物育種學－專門研究育成作物新栽培型之原理與方法的科學[10]。

Plant breeding is the genetic adjustment of plants to the service of man. Frankel, 1958[15].

Breeding ...is evolution directed by the will of man. Vavilov, 1935[15].

Plant breeding is a forced evolution of crop plants. Hogenboom, 1987[16].

(二)重要性：

作物之品種必需適應變動之社會經濟情形，滿足各方面之要求。在面積狹小，資源貧乏，人口衆多之國家如台灣，尤為重要。作物育種之重要性[10,11]如下：

1.土地利用：對各種土地育成土地利用效率高之品種，地盡其利，極為重要。

2.勞力分配：在人口衆多、土地有限之東南亞國家，農業經營多以自家勞動力為主，以單位面積生產量為重要。但目前台灣勞力缺乏，栽培需機械化，就需要有適合的機械化品種，以節省勞力。

3.作物收穫安全性：育成抗病蟲害及抗不良環境諸如乾旱、寒冷、強風、高溫、耐濕等之品種，以增加作物收穫之安全性。

4.農業報酬：農業為生產事業，希望投入成本少而報酬要多，故需適合的品種。

(1)良質豐產：果品、蔬菜除產量外，更需要外觀美、食味佳、營養價值高、才可增加收益。

(2)利用價值高：作物品種除主要栽培目的外具有副產品，亦甚重要。

(3)栽培容易：育成栽培容易的品種，一方面可增加作物收穫安全性，另一方面可減低生產費用。

(三)技術性與科學性的作物育種[10]：

1.技術性的作物育種：在育種基礎科學發達以前，而育種實績已有很多成就，足以證明作物育種為一技術。作物育種亦為一創造性事業。僅以技術從事育種則用力多而成功少。例如

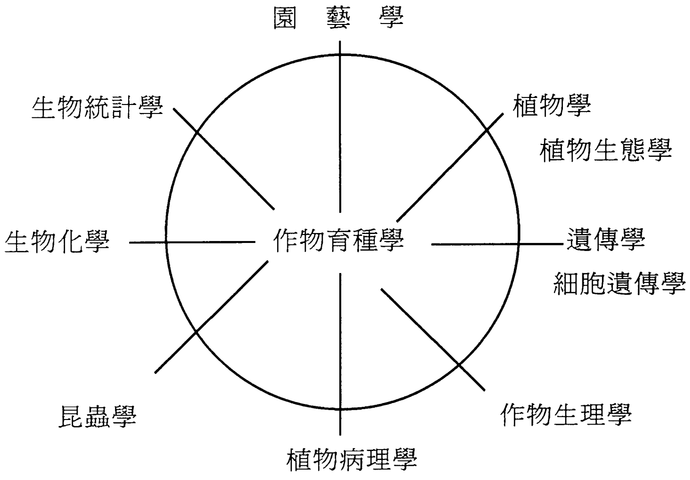
(1)我國水稻之秈、秔、糯及早、中、晚等品種，在唐代已有。

(2)玉米之許多品種，在1900年以前已由美洲印第安人育成。

(3)許多觀賞植物之品種，多由業餘愛好者育成。

2.科學性的作物育種：達爾文在1859年發表「種之原始」及1900年孟德爾的遺傳定律重新發現，始將變異與遺傳之知識建立成一科學的遺傳學。科學的作物育種可稱為"實用遺傳學"。育種方法以遺傳原理為基礎，以人類的意志為導向而進化之育種科學。現代作物育種是瞭解及應用遺傳學原理與其他有關科學之知識，育種家已可多少隨其意願有計畫的創造新品種。

二、園藝作物育種與其他科學之關係



圖一、園藝作物育種與其他科學之相關關係

三、園藝作物育種之地位

- 作物育種
  - 作物育種
  - 園藝育種
    - 果樹育種
    - 蔬菜育種
    - 花卉育種
  - 森林育種

四、園藝作物育種與農藝作物育種之不同

表一、園藝作物育種與農藝作物育種特性之比較

項　　目	園 藝 作 物 育 種	農 藝 作 物 育 種
1.作物種類	園藝作物大致分為果樹、蔬菜、花卉三大類，每類又分很多種類，品種更多	主要分五穀(糧食作物)、雜糧及特用作物種類，品種不及園藝者衆多
2.育種對象		
(1)授粉方面	以異花授粉作物為主[7]	以自花授粉作物為主
(2)植株方面	由高大樹木、灌木、草本；一年生、二年生、多年生；水生、野生及食用菌類等等	較少
(3)利用部分	根、莖、葉、花、果為多，生產種子者較少	大多以生產種子為主
(4)繁殖方法	繁殖方法繁多，且多無性繁殖，果樹又有嫁接繁殖	以種子繁殖為主
3.育種目的	除產量外，更重視品質，除外觀品質外更需營養價值，耐貯運，加工（冷凍、製罐）與處理品質，花卉更有特異性	以產量為主，較少注意其他品質

項目	園藝作物育種	農藝作物育種
4.作物栽培管理上	較集約，操作精細，需勞力多，栽培面積較小	較粗放，栽培面積較大
5.育種時期	果樹及木本觀賞植物時間長，蔬菜、花卉較短	一般較短
6.育種方法	因作物種類，繁殖方法，生長世代的長短，利用部分之不同，互異，育種方法非常複雜，例如花卉著重多倍體與誘變育種，蔬菜多利用一代雜種，果樹則可雜交後選優良者以無性繁殖固定	比較簡單
7.遺傳資料	較少	較多
8.育種研究發展	較少、發展慢	較多、發展快
9.育種人才與經費	人才少、經費亦不足	人才與經費比較多
10.與國民生活水準關係	開發國家、生活水準高者較重視	落後國家及生活水準低者重視
11.生物統計之應用	比較少	比較多
12.採種	較複雜，因作物種類而異	較簡單
13.育成品種之更換	花卉、蔬菜較快，果樹較慢	中等
14.種源庫	急迫需要，在增設中	已有國際及國家機構收集中
15.國際合作研究機構	僅有少數(亞洲蔬菜研究發展中心)	較多

五、園藝作物育種中果樹、蔬菜與花卉之不同

表二、果樹、蔬菜與花卉作物育種特性之比較表

項目	果樹	蔬菜	花卉
1.育種時期	世代長、幼年期長、育種時期長	較短	草本花卉較短、木本花卉則長
2.育種與遺傳資料	缺或少	較多	少而分散、加上私人公司資料保密
3.育種目標	果實產量與品質	根、莖、葉、花、果食用部分產量與品質	觀賞部分之特異性，花大而切花壽命長
4.育種之難易	較困難	較易	中等

項　　目	果　　樹	蔬　　菜	花　　卉
5.繁殖方法	種子及嫁接繁殖	種子爲主、亦有用根、莖等無性繁殖	種子及木本觀賞植物嫁接繁殖
6.砧木育種	多	少	少
7.野生種利用	少	少	較多
8.育種佔地	較大	小	中等
9.親本資料	常不全	大多有親本資料	亦有來歷不明的
10.雜交優勢之利用	多，優良品種常由無性繁殖固定	常利用一代雜種	亦有，中等
11.誘變育種	多利用天然突變(芽條變異)	有，較少	應用較多
12.多倍體育種	有，中等	較少	較多
13.風土適應性	很注意	較少	中等注意
14.機械採收育種	較少	較多	亦少
15.自交不親和性	較多	較少	中等
16.單爲結果	較多	少	少
17.從事育種機構	公家機構	公家及私人種子公司	大多爲私人公司
18.育種人才與發展情形	人才少、不發達	人才多、最爲發達	尙發達，人才不多

六、作物表現之特性

作物特性之表現是由遺傳質與環境共同決定，所以作物育種爲在一定環境下，以尋求遺傳質的改良。可由下公式[10]表示：

C=f(G X E)　　C=作物表現之特性

G=遺傳質

E=環境

f=作用

七、植物之二大特性

遺傳性是自身之形質，按一定法則傳於後裔。

變異性卻與遺傳性相反，常發生岐異形質。

作物有變異性與遺傳性，才有作物育種之可能。

八、作物變異性之來源與獲得之方法

(一) 作物變異性之來源。

1.突變爲主要的變異來源。

(1) 基因突變。

(2) 染色體之部分變化。

a.缺失、b.重複：其影響與基因突變相似。

c.逆位、d.轉座：影響育種行爲，但很少影響表現型。

(3) 整條染色體之變化，爲非整倍多倍體。

(4) 全套染色體之變化。

a.單倍體(單元體)

b.多倍體(多元體)

2.天然雜交之基因重組。

(二) 天然突變頻率及其特性

1.平均突變頻率：在特定基因座上由十萬分之一到百萬分之一。

2.種與種間有不同。

3.同種中不同基因座有不同。

4.有害突變多於有益突變。

(三) 作物變異性之取得方法

1.引種：由外地、外國及作物原始中心搜集。

2.雜交：又分天然雜交與人爲雜交。

人爲雜交：
- 品種間雜交：又分單雜交、三親雜交、雙雜交與多親雜交等。
- 回交：大多爲導入抗病蟲性或優良性狀。
- 遠緣雜交：又分種間雜交與屬間雜交。

3.突變：又分自發性突變與人爲誘變。

自發性突變爲體細胞突變，在園藝作物中如芽條變異利用最多。

人爲誘變方法很多如溫度、藥品、陳舊種子、離心力、老熟花粉、新梢切除、紫外光照射與 X 線、α 線等照射誘發。

4.多倍體：利用秋水仙鹼誘致。又分同質多倍體與異質多倍體。

5.嫁接雜種。

6.生物技術：又包括細胞培養、體細胞營養系變異、原生質體融合、花藥培養及DNA重組(遺傳工程)等。

(四) 育種家如何取得育種材料

1.商業品種之品種比較試驗。

2.別的育種家的育種品系。

3.植物探察(plant exploration)：鄰近與國外。

4.材料來源之資訊。

(1) 作物委員會、協會、討論會等出版之油印摘要。

(2) 各種作物之育種家名錄(聯合國糧農總署育種家名錄及各專業學會收集的名錄)。

(3) 美國農部之各種育種計畫主持人。

(4) 聯合國國際植物種質資源委員會出版之刊物。

園藝作物育種之方法

一、引言

過去作物育種，並不著重自花授粉作物與異花授粉作物育種方法之區分。邇後學者逐漸注意到自花、異花授粉作物之明顯區分，各有不同的育種方法 (14,15)。將來則可能趨向自花、異花授粉作物育種方法有相互重疊的情形。

農藝作物以食糧爲主，大多數爲自花授粉作物。作物育種研究開始早，發展快。所以在臺灣早期從事作物育種工作者，人數衆多。園藝作物分有果樹、蔬菜及花卉三大類，每一類又有很多種類，而以異交作物佔大多數。園藝作物育種者初期均受教於農藝育種專家，難免在思想上受農藝育種方法的影響 (7,8)。農藝與園藝作物育種上有顯著的不同，就是在園藝作物中果樹、蔬菜與花卉亦有差異，進一步在果樹、蔬菜與花卉中不同種類作物間也有不同，也是園藝作物育種初學者應注意的地方。

二、自然雜交率

自花、異花授粉作物之區分，係依據其自然雜交率而分。作物育種方法也因其爲自花、異花授粉作物而有不同，故欲從事某一園藝作物之育種工作，應先測定其所在地之自然雜交率，而確知該作物爲自花授粉作物抑是異花授粉作物。

(一)自然雜交率之測定方法：

方法很簡單，先選一作物具有明顯的顯隱性標識，又能同時開花之二品種，以普通之栽培距離，間行或間株相互種植於同一田間，放任自然，待其開花結實後，只採收隱性品種之種子，次年播種此種子而調查顯性之株數，計算其佔總株數之百分率，再乘以二倍，即爲該作物在該環境(地與年)之自然雜交率。爲何要乘以二倍，因雜交是相互的原因。

$$\frac{\text{顯性株數}}{\text{總株數}} \times 100 = \text{單方向之自然雜交率}$$

單方向自然雜交率×2＝該作物、該地、該年之自然雜交率，以上爲自交作物測定自然雜交率之方法，若應用於異交作物時，須注意：

1.供試品種必須用固定之同型接合品種或自交系。

2.須在隔離地區進行。

(二)有性繁殖作物依其自然授粉方式可分爲下列三類：

1.自花授粉作物簡稱自交作物：其自然雜交率在4%以下，在2～4%之間。

2.屢異花授粉作物：其自然雜交率通常在5～10％，亦有高達20～40％。

3.異花授粉作物簡稱異交作物：自然雜交率爲40～100％及雌雄異株作物。

三、園藝作物中自花與異花授粉作物之種類與育種特性(部分包括無性繁殖作物)

(一)作物種類

園藝作物中自花授粉作物與異花授粉作物種類，可由 Allard 氏1960年所著之「作物育種原理」與 Briggs 和 Knowles 氏1967 年所著「作物育種導論」，兩書中列有農藝、園藝作物之自花、異花授粉作物種類名錄，兩者大同小異。1982年蔣明南氏著「園藝育種之重要及其應循之方法」一文中，亦有列表說明(見表三)，轉載以供參考。

表三、作物授粉方法分類表

(一) 自花授粉作物

農藝作物			園藝作物	
大麥	大豆	菜豆	杏	防風
小麥	蠶豆	豇豆	油桃	菊萵苣
燕麥	回鶻豆	萊豆	桃	香豌豆
稻	綠豆	豌豆	柑桔	
高粱	花生		茄子	
小米	吉豆		萵苣	
棉			黃秋葵	
亞麻			辣椒	
菸			番茄	

(二)異花授粉作物

農藝作物	園藝作物			
玉米	蘋果	齊墩果	朝鮮薊	胡瓜
黑麥	酪梨	木瓜	蘆筍	球莖甘藍
蓖麻	香蕉	梨	青花菜	甜瓜
大麻	櫻桃	李	抱子甘藍	洋蔥
甘藷	黑莓	扁桃	甘藍	洋芫荽
甜菜	海棗	栗	花椰菜	南瓜
紅花	越桔	榛	胡蘿蔔	蘿蔔
向日葵	無花果	美洲核桃	芹菜	食用大黃
	葡萄	阿月渾子	萘菜	瑞典蕪菁
	覆盆子	核桃	芥藍	菠菜
	檬果		菊苣	蕪菁
			白菜	西瓜

由表三可知園藝作物中自花授粉作物不多，而大多數重要農藝作物均爲自花授粉作物，相反的，農藝異花授粉作物重要的僅玉米一種，而園藝異花授粉作物則種類很多。所以園藝作物育種方法，亦著重於異交作物之育種方法的原因。

今參考各種資料及書籍，將園藝作物中自花、異花授粉作物與無性繁殖作物列表於下：

表四、園藝自花、異花授粉作物及無性繁殖作物部分名錄

	果樹	蔬菜	花卉
自花授粉作物	杏 桃 油桃 柑桔	毛豆 番椒 菜豆 茄子 豌豆 馬鈴薯 豇豆 萵苣 萊豆 苦苣 鵲豆 黃秋葵 番茄	香豌豆 紫羅蘭 三色菫 康乃馨 金魚草
異花授粉作物	蘋果 草莓 麵包樹 梨 黑莓 波羅蜜 李 藍莓 榴連 梅 樹莓 可可 葡萄 香蕉 韶子 櫻桃 鳳梨 胡桃 無花果 木瓜 美洲胡桃 橄欖 酪梨 澳洲胡桃 海棠 番石榴 開心果 蛇麻 百香果 介壽果 柿 枇杷 龍眼 石榴 海棗 荔枝 扁桃 檬果 洛神葵 栗 印度棗 可可椰子 榛子 咖啡 鳳果	蘆筍 紅花菜豆 羽衣甘藍 菠菜 菾菜 細香蔥 甜玉米 根菾菜 冬瓜 甘藍 洋蔥 扁蒲 中國白菜 食用大黃 荸薺 芥藍 朝鮮薊 生薑 花椰菜 野苦苣 韮蔥 青花菜 南瓜 山葯 抱子甘藍 西瓜 蒲芹蘿蔔 蘿蔔 甜瓜 芫荽 蕪菁 胡瓜 洋芫荽 瑞典蕪菁 絲瓜 蕹菜 芹菜 苦瓜 莧菜 胡蘿蔔 黑胡椒 油菜 甘藷 金針菜	菊花 香雪球 大麗菊 火鶴花 除蟲菊 嘉德麗蘭 波斯菊 秋石斛 矢車菊 拖鞋蘭 萬壽菊 百慕達草 小蒼蘭 鴨茅 唐菖蒲 葉牡丹 鳶尾 金蓮花 百合 百日草 鬱金香 玫瑰 矮牽牛 金針花 彩葉草
無性繁殖作物	鳳梨 香蕉 草莓 黑莓 柑桔 荔枝	馬鈴薯 洋蔥 甘藷 大蒜 芋 蔥 慈菇 生薑 荸薺 韮菜 蓮藕 金針菜 茭白 竹筍	茶花 大麗菊 杜鵑 鳶尾 非洲菫 萬年青 秋海棠 孤挺花 球根海棠 菊花 百合

表四中園藝作物屬於自花、異花授粉或無性繁殖作物，因各學者、專家之認定標準不同，亦有大同小異，無法一致。

(二)遺傳特性

表五、園藝自花及異花授粉作物之遺傳特性[11]

遺傳特性	自花授粉作物	異花授粉作物
孢子體之基因型	純接合	異接合
單一植株配子之基因型	全相同	全不同
單一植株之後裔	純質	異質
自交不親和性	無	常有
自交弱勢	無	通常有

表六、園藝自花、異花授粉作物與無性繁殖作物在個別植株、品種與種之遺傳特性

	遺傳特性		
	自花授粉作物	異花授粉作物	無性繁殖作物
個別植株	近乎純接合	異接合	異接合
品種	純質	異質	一般為純質
種	異質	異質	異質

(三)育種目標

自花授粉作物育種家的目標，為尋求或育成最優良之單一基因型或基因組合。異花授粉作物育種家的目標為育成最優良之基因庫。

(四)育種時處理之對象

自花授粉作物育種時處理對象為個別單株，而異花授粉作物則為族群或集團。

(五)育種依據之原理原則

1.自花授粉作物

(1)純系概念 — 係江漢生1903年發表純系論，將植物育種之單株選種法放置於堅固之科學基礎上。純系概念總括如下：

a.純系為遺傳成分純質之單一個體，由自花受精繁殖之後裔。

b.普通族群如地方品種，均為許多純系混合而成，由一族群可分離出許多純系。

c.屬於不同純系之個體間，不能憑觀察區分，僅能由後裔試驗區分。

d.在自然界族群較純系為普通。

e.選種之作用如網篩，可將已存在之純系分離，但無累積作用。

f.純系內選種無效。

g.此觀念稍加修改，即可應用於異花授粉作物及無性繁殖作物。

異花授粉作物經人工自交育成自交系，亦可稱為純系。無性繁殖作物以無性繁殖之後裔為營養系，亦相當於純系。

(2)選種之眞諦 — 選種僅憑表現型，效果不確實。對自花授粉作物最適當之選種步驟，爲分離單株而比較其後代，選其中最優之單一基因型而繁殖之。故親株選拔之要點在於其後裔之行爲，而非其自身之外觀，爲自花授粉作物選種之眞諦。

2.異花授粉作物

(1)異花授粉作物之特性

a.異質性(Heterogeneity)。

b.異型接合性(Heterozygosity)。

c.近親繁殖減低活力(Inbreeding)。

d.强制雜交(Enforced hybridity)。

(a)雌雄花分離、雌雄同株及雌雄異株。

(b)自花不親和性。

(c)雄不稔性。

(2)基因庫(Gene pool)

基因庫爲考慮異花授粉作物一有用之觀念。一基因庫可認爲一穩定實體，由其產生之基因型平均行爲，每代均相似。

(3)哈台 — 懷恩勃定律(Hardy-Weinberg Law)

此定律假定

a.僅有二個對立基因。

b.對二個對立基因之選種壓力相同。

c.交配隨機。

d.族群內二對立基因之移入、移出無區別。

e.A 變爲 a 與 a 變爲 A 之突變率相同。

若對立基因 A 之頻度爲 q 及 a 之頻度爲 1-q，則其基因型之頻度爲：

$$q^2AA + 2q(1-q)\ Aa + (1-q)^2aa = 1$$

此定律能推定基因型之平衡之頻度，提供考慮異花授粉作物之族群一有用之基礎。

異花授粉作物之育種有二方向，一爲改變在庫中基因之頻度，以使組合而產生較高頻度之優良基因，另一爲育成自交系，組合以產生生長旺盛之雜種。

(六)育種行爲與特性

1.自交作物之育種行爲

(1)放任自然，亦能繼續自交。集團中每一個體之遺傳組成均爲同型接合體，每一單株之後代均可成爲一純系。

(2)許多品系同栽於一區中，如品系比較試驗，極少有雜交之機會。

(3)雖然當初爲異型接合個體，隨世代之增進，自然漸趨同型接合狀態，故其雜交育種，雜種後代之處理須應用混合育種法。

(4)同一集團中混雜之種種遺傳基因型，不易雜交。偶因自然雜交或基因突變所生之異型接合個體，經數世代漸成同型，因此久經栽培之地方品種，成爲種種同型接合個體之集合者。故地方品種爲分離純系之好材料。

(5)自交作物之選拔育種，僅第一次有效，就選拔個體之後裔中繼續選拔，則無效。

2.異交作物之育種行爲

(1)品種普通爲高度異型接合性，集團中之各個體基因型各不相同。

(2)產量、生長活力及適應性等，一般全靠雜種優勢，一經近親交配，生長活力即減退，產量亦大爲減低。

(3)選拔育種不能採用分離純系方式(瓜類除外)，應行混合或類似的選種法。選種不僅第一次有效，繼續選種仍然有效。

(4)用自然品種爲親本，行雜交育種，其效果不確實。

(5)維持優良品種必須隔離採種與適度選拔。

(6)最合理之育種方法，爲由優良地方品種或雜種集團，以人工自交法淘汰惡劣遺傳基因，育成優良自交系，再由優良自交系，育成雜種，利用其一代雜交優勢，或數優良自交系混合成爲合成品種，以恢復其生長活力。

3.無性繁殖作物之育種行爲

優點：

(1)雖有不稔性仍無礙繁殖。

(2)異型接合個體用無性繁殖，不起基因分離，而得固定。

(3)雜種優勢永遠存在。

劣點：

(1)不稔性多，行有性育種法時，雜交困難。

(2)一般爲異型接合體，遺傳行爲複雜。

(3)快速增殖困難。

(4)植物體含附病蟲，傳播快速。

(七)育種方法

園藝作物之育種方法，主要源自農藝作物之育種方法。中外各國亦多相似。今將國內外作物育種方法之重要參考書概述如下：

A.國內：一般學校均以盧守耕氏1960年[10]所著「現代作物育種學」爲教材，但書中對自交作物與異交作物之育種方法，並無明顯之區分，對園藝作物育種已有論及但尙嫌太少。其次爲湯文通氏1967年所著「作物育種之原理與實施」。園藝作物育種參考書，有李學勇氏[12]1959年所著之「園藝育種學」，1981年增訂再版，書中述及園藝育種之方法及多種蔬菜與果樹之育種， 爲國內唯一多年供園藝作物育種工作者之參考書。 近年來有李伯年氏1982年出版之「蔬菜育種與採種」一書，唯僅述及蔬菜一類而已。1987年亞太糧肥技術中心召開「The breeding of horticultural crops」[16]之研討會。園藝作物育種素不受重視，近年因生活水準提升很多，園藝作物也日益受重視，所以園藝育種工作之推展也有改善。

B.國外：日本方面引述中島哲夫等[13]1987年所著「新シイ植物育種技術」一書，對育種方法述及

(a).導入育種法(即引種)。

(b).分離育種法(即選種)，適用於自交及異交和無性繁殖作物。

(c).交雜育種法(即雜交育種)，以自交作物爲主。

(d).雜種優勢育種法(亦爲雜交育種)，以雜種優勢與異交作物爲主。

(e).突然變異育種法(即誘變育種)。

(f).倍數性育種法(即多倍體育種)，以作物本身染色體之改良爲主。

(g).種間交雜育種法(即種間雜交育種)，以他種優良遺傳質導入爲主。

荷蘭方面引述1979年 Sneep 和 Hendrikson(18)所著之「Plant breeding perspective」一書中育種方法論及現在之育種方法 (current breeding methods)，將來之育種方法(methods for the future)和將來應用之育種技術(breeding techniques applicable in the future)三方面，爲一本很好之育種課外參考書。

美國方面有Briggs和Knowles(15) 1967年所著「Introduction to plant breeding」爲美國各大學及台灣大學等選用之園藝作物育種之教科書，1976年盧守耕氏有譯本供作物育種學師生作教材或參考之用。書中述及自交與異交作物育種方法之比較，今轉錄以供參考。(見表七)

表七、自交作物及異交作物之育種技術(11·15)

育種技術	自交作物	異交作物
引種	用	用
純系選種	常用	僅爲雜種品種之親本用之
混合選種	偶用	常用
譜系育種	用	不用
混合族群育種	用	用
回交育種	用	用
雜種品種	偶用	用
輪迴選種	偶用	用
合成品種	偶用	用

Poehlman氏(17)所著「Breeding field crops」(1959年初版，1979年再版和1987年三版)，初版所述之作物育種方法較爲簡單，三版異交作物育種方法改變較多，又增加現代常用之基因重組和細胞與組織培養在育種上之應用等，較爲複雜，爲初學者著想，以二版中所述之育種方法較易瞭解與記憶，今略加更改述說如下(見表八)。

表八、自交、異交與無性繁殖作物之育種方法[17]

(一)自交作物之育種方法	(二)異交作物之育種方法	(三)無性繁殖作物之育種方法
1.引種	1.引種	1.引種
2.選種	2.選種	2.營養系選種
(1)混合選種	(1)混合選種	3.雜交
(2)單株或純系選種	(2)單株選種	
3.雜交	(3)後裔選種與系統育種	(四)其他的育種方法
(1)雜交後之選種	(4)輪迴選種	1.多倍體育種
a.譜系育種	3.雜交	2.誘變育種
b.混合選種	(1)品種內雜交或種間雜交	3.生物技術
c.單籽後裔選種	(2)雜種優勢之利用	
(2)回交	(3)合成品種	
(3)多系育種		
(4)雜種優勢之利用		

由表八可知對自交作物、異交作物與無性繁殖作物，因其作物本身遺傳組成之差異，可運用各種適合的育種方法，以求達成育種要求之目的，為最高原則。現將各種育種方法略加解釋，希望使諸位能有一概念，迅速進入情況，以達成此次園藝作物育種講習會的目的。

1.引種(Plant introduction)

引種為育種的第一步，以收集在世界各地有關之變異，即各種品種、變種及近緣栽培種或野生種，以供為育種材料與防止遺傳種源之遺失。引種雖非育種方法，但對育種有無比之重要性。

(1)引種之重要性

a.樹立新作物(new crops) 之栽培生產事業，例如獼猴桃、草莓、洋菇、蘆筍、滿天星、康乃馨等生產事業。

b.引入改良品種(new varieties of established crops)

c.充實育種材料(new characteristic for established crops)

(2)引種之原理原則，即作物之主要原始中心，由俄人 Vavilov氏至世界各地廣泛之探討研究，確定世界最重要作物八大主要原始中心。有助新作物、新種、新品種之搜尋方向之指示。

a.中國中部西部(Chinese)有大豆、豇豆、白菜、蔥、茄、胡瓜、梨、柑桔、柿、竹等。

b.東南亞(Indian and Indo-Malayan)有綠豆、茄、胡瓜、檬果、香蕉、可可椰子等。

c.中亞(Central Asiatic) 有豌豆、蠶豆、甜瓜、胡蘿蔔、洋蔥、大蒜、開心果、杏、蘋果等。

d.近東(Near-Eastern)有甘藍、萵苣、石榴、胡桃、無花果等。

e.地中海(Mediterranean) 有蘆筍、蕪菁、萘菜、朝鮮薊、橄欖等。

f.阿比西尼亞(Abyssinia) 有黃秋葵、咖啡等。

g.南墨西哥及中美洲(South Mexican and Central American)有菜豆、萊豆、甘藷、番椒、及無數熱帶果樹可可、木瓜等。

h.南美〔South American (Peruvian-Ecuadorean-Bolivian) 〕有馬鈴薯、番茄、鳳梨等。

(3)引種應注意事項

a.先由地方品種著手，地方品種(local varieties) 經長期自然淘汰與人爲選種，必具某種優點及生態適應性。

b.氣候相似性(climatic analogies)，引種須考慮本地與引種地之氣候相似性。

c.檢疫(quarantine)以避免新病菌與新害蟲之引入。

d.國外引種應由中央統一辦理，嚴格管制。不僅易於管制，且可提高引種之效率。

(4)引種之程序與方法

a.引種來源：有國外與國內引種。

b.記錄：引種之每一作物必需有各項記錄，以備查考。

c.觀察與評價：引入之品種，在第一年與第二年均以短行或小區栽培，以供觀察。經二年觀察可作適當之評價，顯然不能適應的予以淘汰，其餘可分爲二類，一爲適應之優良品種，有直接推廣利用者，繼續作精密試驗。二爲雖不適應但具某種優點者，可留作育種材料。

馴化(acclimatization)：即對新氣候逐漸適應之能力稱之。一作物品種之馴化， 爲其族群中較適應新環境基因型之增加。馴化爲一作物之異質族群內進行之自然淘汰。在異交作物中遠較自交作物爲快。

臺灣曾先後(1967,1970及1986) 三次派遣園藝作物考察團到世界各國搜集園藝作物新品種或育種材料，貢獻良多。

2.選種(Selection)

選種爲一最早採用之育種法，亦爲育種之最基本操作，即在原有之族群中加以選拔合乎理想之個體。選種爲一技術，最能發揮育種家的能力。自交作物選種之眞諦，即親本之選拔不在其自身之外觀，而在於其後裔之表現。

(1)混合選種(Mass selection)[12]

混合選種爲改良地方品種之第一步，其方法爲在田間品種大族群中選拔外形相似，最優良之植株，數目約在 200 株左右，僅收此種植株之種子混合之，留爲次年種子。如此連續進行，可將品種之低劣型除去，優點保存。此法簡單易行，爲最常用之選種法，自交作物與異交作物均可應用。

混合選種用於自交作物，可作爲純化品種或維持品種純度之用。應用於異交作物效果較大：

a.能使不適應品種逐漸適應。

b.可使性狀逐漸向選種方向前進，育成優良新品種。

c.在異交作物自交弱勢強之作物中，爲最重要之育種方法。

(2)純系選種(Pure line selection)

純系選種爲自交作物最普通之選種法，自交作物每一個體之遺傳組成均爲純接合，每一個體均可成一純系。選系選種之方法可分三個步驟：

a.個體選拔範圍要廣，選株要多。

b.後裔鑑別。

c.純系選拔：在純系中選出最優的純系。

(3)後裔選種(Progeny selection)(17)

後裔選種爲依據選株後裔行爲所作之選拔。

(4)系統育種(Line breeding)

系統育種專用於異交作物。其方法在異交作物之族群中選出多數基因型，根據其性狀之後裔試驗，選出少數基因型，混合而成爲一品種。

(5)輪迴選種(Recurrent selection)(10·15)

輪迴選種爲異交作物最重要之選種法。其方法爲自交與雜交相交替，其間實施選種，輪迴重複之一種選種方法。自交可固定親本材料之變異性，選種又迅速使其失去有效性，故以雜交維持其變異性使基因重組，如此使其特性在選種下逐漸向育種目標推進。輪迴選種可分爲四種：

a.表現型之輪迴選種法 (Recurrent selection for phenotype)。

b.改進一般組合力之輪迴選種法 (Recurrent selection for general combining ability)。

c.改進特殊組合力之輪迴選種法(Recurrent selection for specific combining ability)。

d.交互輪迴選種法 (Reciprocal recurrent selection)。

3.雜交育種法(Hybridization method of breeding)

雜交育種法爲作物最重要之育種法，其方法爲選具有所需新品種優良性狀之二品種作爲親本，雜交，育成雜種。經多代選拔，最後選出產量、品質最佳之一品系爲育成之品種。雜交育種法在雜種後裔之處理，分爲三種，一爲譜系育種法，二爲混合育種法，三爲單籽後裔育種法。

(1)譜系育種法(Pedigree method)

譜系育種法在雜種分離代(F_2 代)即開始作個體選拔，然後以系統栽培繼續選拔之方法。每一世代全部個體或系統後裔之系統，均有記錄。此法亦爲雜交育種中，採用最廣、最普通之育種法。今以圖二簡單扼要圖解說明譜系育種法。

譜系育種法之優點：

1.很早除去不良基因型。

2.到達同型接合性快。

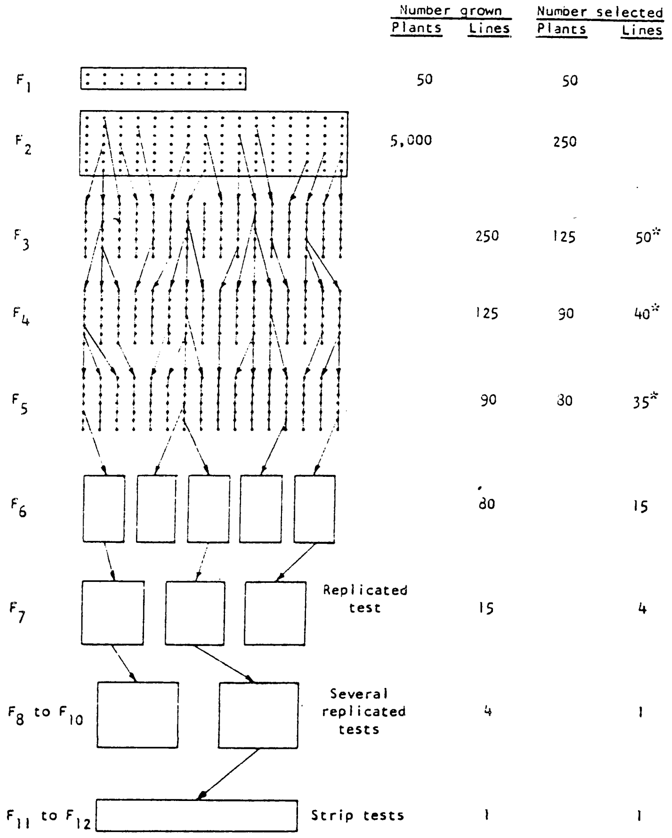
3.品系之資料很多。

4.可供遺傳研究。

譜系育種法之缺點：

1.耗時又費地。

2.雜交之數目有限。



圖二　處理雜種族群之譜系法之圖解

點指示單本植之族群；點以線連接者代表族或系，仍觀察如單株；
長方形為混合栽植之選系；箭頭指示材料由一代至次代之路線；
星號為有選株之系或族數。

(2)混合育種法(Bulk method)

混合育種法為自交作物雜交育種之一種雜種後裔處理法。其方法將雜種材料種植成一混合族群，即在分離世代或植株仍呈異型接合時，不加選拔，故無譜系記錄。混合栽培之代數隨作物育種家及雜交之性質而有不同。最後混合代，應行單株選拔，有單株種植之族群，如同譜系F_2，以後之處理，見圖三。

混合育種法之優點：

1.省時又省工。

2.可用於多數雜交。

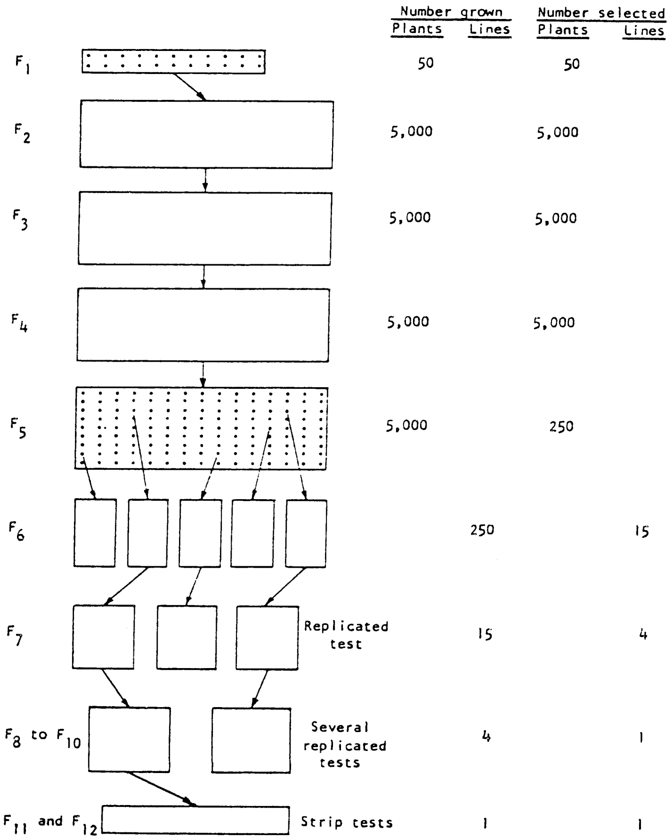
3.可用於複雜之雜交。

4.利用天然或人為選種淘汰不良基因型。

混合育種法之缺點：

1.不能供遺傳研究。

2.在F_6或F_7時，採用譜系法，但品系缺少以前的資料。



圖三　處理雜種族群混合法之圖式

點線指示以單株種植及觀察之族群，長方形表示混合種植之族群，直至F_5為混合體，爾後則為純系；箭頭表示材料由一年至次年之路徑。

譜系育種法與混合育種法之比較[10]

譜　系　育　種　法	混　合　育　種　法
1.自F_2世代開始選拔，可早得有希望之同型接合系統。	1.雜種初期世代，行普通放任栽培，手續簡便。
2.有遺漏優良組合遺傳型之可能。	2.遺漏優良組合遺傳型較少。
3.利用自然淘汰較差。	3.利用自然淘汰極有效。
4.可應用於三系雜交或多系雜交。	4.應用最為便利。
5.育成新品種時間較短。	5.育成新品種時間較長。

(3)單籽後裔育種法(Single seed descent method,簡稱 SSD)[5]

單籽後裔育種法由 Goulden於1939年提出，應用於自交作物。其方法在雜交後代由F_2到達同質接合的過程，可快速完成，在此過程中每一世代由母株取一粒種子繁殖下一代，直至同質接合後再在田間進行選拔。此法除調和傳統育種法(譜系法和混和法)外，並兼具節省人力物力與縮短育種年限之育種法。其缺點與爭議之處：一為高世代評選的爭議，一為族群的遺傳偏移與競爭。今以熱帶番茄改良為例，說明此法之步驟。

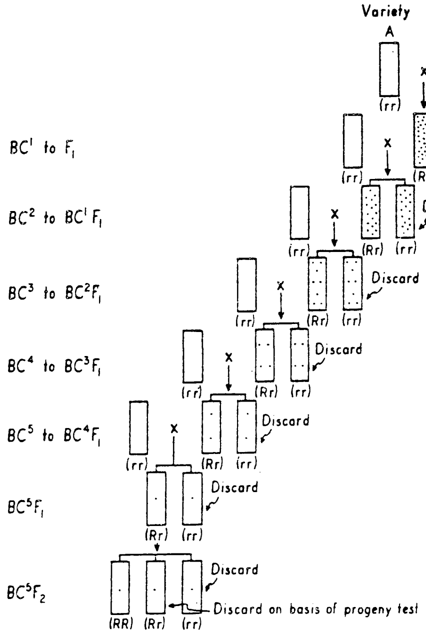
單籽後裔育種法運用於熱帶番茄改良之步驟：

1.栽培$F_1$10株，取得多量F_2種子。
2.栽培24株F_2植株，每一基因型取10粒F_3種子。
3.每一基因型培育2株F_3幼苗，僅讓一株結果。
4.每一基因型收集10粒F_4種子，同樣培養2株幼苗，只讓一株結果。
5.每一基因型收集所有F_5之種子，分送各地合作單位篩選。
6.合作單位對F_5植株，依各地所需之植株特性加以選拔。
7.選中基因型之種子，增殖至F_7世代。
8.每一地區合作單位，可開始選中品系之採種工作。

資料來源：Tee, Villareal, and Rejab. 1979. Single seed descent—A new approach to the improvement of Tomato in Tropics. pp. 225-232. In R. L. Villareal.(ed.) 1st International Symposium on Tropical Tomato. AVRDC.

4.回交育種法(Backcross breeding method)

回交育種法爲雜交育種法之一種。當一優良品種缺乏一、二重要性狀時，希由他品種引入所缺之優良性狀以彌補其缺點，以回交育種法最爲適用。回交法對轉移有高遺傳率之性狀最爲有用，亦常用於抗病性育種。回交育種法之圖解見圖四。回交之最後目標在恢復輪迴親之全部遺傳基因，並加入由非輪迴親轉移來之優良基因。



圖四 轉移在貢獻品種B之由基因R所產生之特性於輪迴親品種A之回交育種法之圖解。基因型示於括弧內。在雜種族群中B之平均比率(以小點數代表之)每次回交減少一半。因R對 r爲顯性，基因型Rr之植株每次回交後能辨認之，乃用之於次代回交。基因型rr之植株棄去之。

回交育種法之優點：
1.已有的性狀不會遺失。
2.不受環境的影響。
3.不需要品種評價
4.所需植株不多。
5.可預測與重複。

回交育種法之缺點：
1.需有滿意的輪迴親。
2.亦需好的貢獻親。
3.只能一時選一個性狀。
4.不可能有不尋常之基因重組。

5.多系育種(Multiline breeding)

多系育種爲育成多系品種之育種法。作物品種爲使對不良環境及特別對病蟲爲害之穩定，有混合遺傳上形態與成熟期等相同，而對病蟲害與惡劣氣候有不同反應之多數系統，而成一品種者，稱之多系品種。混合之選系由回交育成爲同遺傳背境系。最重要爲多系品種之每一選系各具有一不同抗病基因或抗惡劣氣候之基因，則不論有任何病菌型或在任何氣候，此品種常有抵抗性而使作物生產穩定。

6.雜種優勢(Hybrid vigor)之利用

雜種優勢爲兩個不同之品種、種或屬雜交，所產生之第一代雜種(F_1)之生長活力、生產力、對病蟲害及不良環境之抵抗性均較任何一親本爲大，此種現象稱之。雜種優勢在目前多種遺傳學假說中較有力的解釋有二：

(1)顯性連鎖基因說(Dominance of linked gene hypothesis)。

(2)超顯性說(Over-dominance hypothesis)。

作物雜種優勢之利用始於美國，現亦盛行於歐洲，而日本在園藝作物之利用更盛極一時。其盛行廣用之原因有：

(1)雜種生育旺盛。
(2)產量極高。
(3)抗倒伏力强。
(4)成熟整齊。
(5)耐病性强。
(6)其他有利之點。

7.遠緣雜交(Distant hybridization)

遠緣雜交爲雜交所用之父母親本品種，來自不同物種或不同屬。遠緣雜交包括種間雜交(interspecific hybridization) 與屬間雜交(intergeneric hybridization)二種。在育種上利用遠緣雜交之目的有三種：

(1)由他種或他屬引入優良遺傳基因，以改良作物之某一性狀。

(2)組合異種或異屬之優良特性，以育成兼具兩親所有特性之品種。

(3)雜交後使染色體增倍，合併異種或異屬之染色體組，以創造一全新之作物。

故遠緣雜交常利用複二倍體(amphidiploid)。在園藝作物育種時，常應用遠緣雜交達到育種目標。遠緣雜交常有二種困難，一爲雜交不親和性 (cross incompatibility)，一爲雜種不稔性(hybrid sterility)。

8.合成品種(Synthetic variety)

合成品種為全部可能雜交組合，都顯示優良組合力而選出之許多自交系，混合相互雜交，成為一品種稱之。並可由自然授粉維持其品種。合成品種為雜種高代雜種優勢之利用。合成品種之名詞曾用於多種情況，其一端用於僅為混合選種之成果物，另一端則用於一成功雙雜交之高代。但最好限用於異花授粉作物中，由數種曾經檢定過組合力之營養系、自交系或其他族群所組合之品種。故未經後裔檢定之混合選種成果物，不能列入。合成品種亦可代表異花授粉作物育種之精製。育成高產量合成品種之要點為：

(1)提高F_1之平均產量。

(2)提高自交系之平均產量。

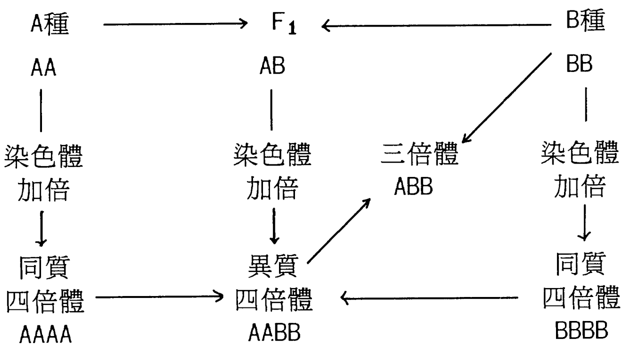
(3)增加混合之自交系數，以5或6自交系為適宜。

9.多倍體化育種(Polyploidy in plant breeding)

多倍體化為使一生物個體之體細胞，其染色體組較二倍體為多者稱之。多倍體可由自然發生或人為方法(用秋水仙鹼等處理)誘致。由同一物種染色體組增加而來的稱之同質多倍體 (autopolyploid)，由二不同物種雜交所得之多倍體為異質多倍體(allopolyploid)。茲將多倍體之倍數體術語，列表如下：

表九、倍數體之術語[14]

名　　稱	公　式	全數體細胞染色體 A,B,C,為異質染色體
非整倍體(Aneuploids)		
零染色體的(nullisomic)	2X-2	(AB)(AB)
單染色體的(monosomic)	2X-1	(ABC)(AB)
雙單染色體的(double monosomic)	2X-1-1	(AB)(AC)
三染色體的(trisomic)	2X+1	(ABC)(ABC)(C)
雙三染色體的(double trisomic)	2X+1+1	(ABC)(ABC)(A)(B)
四染色體的(tetrasomic)	2X+2	(ABC)(ABC)(A)(A)
單三染色體的(monosomic-trisomic)	2X-1+1	(ABC)(AB)(A)
真整倍體(Euploids)		
單倍體(monoploid)	X	(ABC)
三倍體(triploid)	3X	(ABC)(ABC)(ABC)
同質四倍體(Autotetraploid)	4X	(ABC)(ABC)(ABC)(ABC)
異質四倍體(Allotetraploid)	2X+2X′	(ABC)(ABC)(A′B′C′)(A′B′C′) 或(ABC)(ABC)(DEF)(DEF)



圖五、同質四倍體、異質四倍體及三倍體之相互關係

多倍體可用秋水仙鹼處理誘致，其效應在痲痺細胞在減數分裂之紡綞線機構，阻止染色體向二極移動而致。利用多倍體化育種以得優良新種之主要障礙如下：

(1)種屬間雜交獲得雜種種子困難。

(2)多倍體多晚生。

(3)染色體加倍處理，多倍體之出現率太低。

(4)多倍體稔性低，種子充實不良。

(5)後代常出現異性狀個體。

多倍體與實用性有密切之關係，普通其性狀複雜進化者都爲染色體數多之多倍體。一般染色體數少的爲祖先型，染色體多者由此誘導而成。目前栽培者屬多倍體者多，例如菊花普通爲六倍體、唐菖蒲爲四倍體、香蕉爲三倍體、草莓爲八倍體等。

同質多倍體爲同一物種之染色體數增倍而來。由於遺傳質量增加，常隨伴發生實用上符合育種目的之重要性狀發生變化，諸如體型或器官增大，抗病性、抗旱性及耐寒之增强、特殊化學成分如糖、維生素等之增加，而有利於育種。一般應用於作物對誘致同質多倍體之選擇：

(1)普通染色體數少之作物較染色體數多者對染色體數增倍之反應良好。

(2)異交作物採用多倍體育種法較自交作物之成功希望大。

(3)作物栽培目的在其營養部分者，育成同質多倍體較栽培目的在種子者成功機會大。

同質多倍體重要的共同特徵有：

(1)核、細胞及器官之增大。

(2)作物營養器官發育之增進。

(3)著果性之減退。

(4)稔性降低與種子增大。

(5)抗病性、抗寒性與抗旱性等之增强。

(6)含有成分之增加。

同質多倍體在園藝作物中花卉上特別重要，尤其是花部增大、增美之觀賞價值，例如金

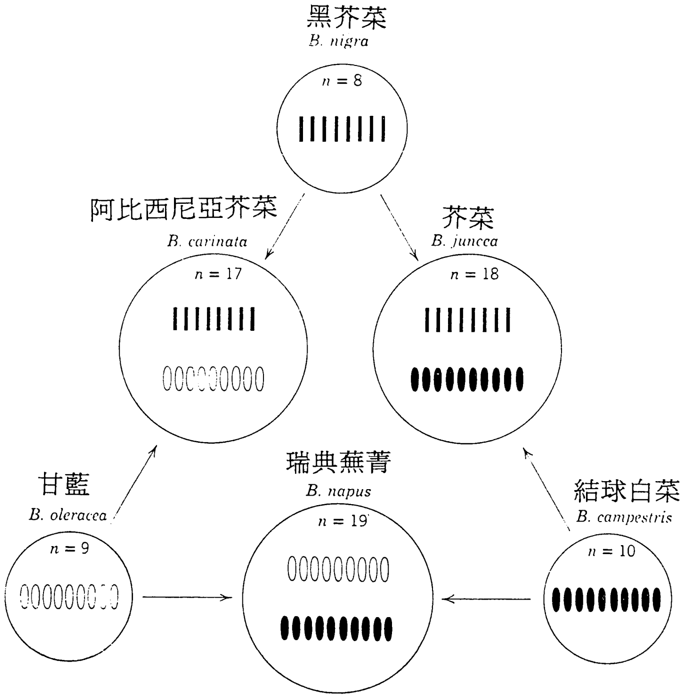
魚草、萬壽菊、矮牽牛與大波斯菊等。果樹中的四倍體有巨峰葡萄。

異質多倍體能組合各種屬之優良性狀，加入新的重要性狀或合成新的優良種。其方法可分爲二種：

(1) AA X BB ⟶ AB —染色體加倍→ AABB

(2) AA —染色體加倍→ AAAA
 X ⟶ AABB
BB —染色體加倍→ BBBB

異質多倍體之育成與利用，蔬菜蕓苔屬各種間之關係，圖解於圖六。



圖六、蕓苔屬各種間之關係。

二倍體基本種之染色體數爲 8,9,10 ；雜交而成的複二倍體種爲17,18.19。

利用誘致異質多倍體育成新種，作爲近緣種或屬轉移抗病性及其他性狀導入作物栽培種之媒介。多倍體之作物栽培種與具有抗病性等性狀之二倍體或四倍體之近緣種之雜交常有不稔之現象，可由染色體數加倍，育成異質多倍體克服之。誘致複二倍體(amphidiploid)，由野生型轉移有用遺傳基因到栽培種，例如馬鈴薯由野生種(Solanum species)轉移抗

病性到栽培種(*S. tuberosum*)。

園藝作物中三倍體之育成與利用，有在臺灣大放異彩的三倍體無子西瓜。非整倍體異數性多倍體之利用，如栽培菊花中之大花品種，染色體數大多爲 2n=53～57，小花品種爲2n=53～55，菊屬之染色體數之基本數X=9，所以小花品種相當於6X±1，大花品種爲6X-1至7X+4，都爲異數性多倍體。愛好珍奇形態之觀賞植物，利用異數性多倍體育種之機會很大。

10.誘變育種(Mutation breeding)

突變爲細胞遺傳物質之突然變異，由其後代顯示大小、形狀及成分等之改變。突變可分爲：

(1)遺傳基因化學構造之變異。

(2)染色體物質之重新排列。

(3)染色體片段之損失或重複。

(4)染色體數之變異。

狹義之突變僅指遺傳基因之突變。基因突變有隱性變爲顯性與顯性變爲隱性，而以隱性突變較多。突變可自然發生或人工誘致，二者間產生之突變在性質上並無區別。

自發突變(spontaneous mutation)因其發生頻率過小，常感可遇而不可求，對育種上效用不大。利用自發突變爲一種消極的育種方法。園藝作物中果樹柑桔類有許多枝條突變，而成爲優良品系，其他有蘋果、桃、黑莓、鳳梨等亦是。蔬菜中有甘藷、馬鈴薯等亦有由自然體細胞突變而成的商業品種。花卉中鬱金香之許多現代品種是由突變而來的。

人工誘變亦可稱爲誘變(induction mutation)。誘致基因突變之方法有溫度、藥品、老種子、離心力、老花粉、新梢切除、紫外線與X線處理等，物理的、化學的及生物的各種方法。其中以放射線與化學藥品處理最爲重要。誘致突變之成功可能性，對某些作物較其他作物爲大。必須考慮所用之種類、染色體數之倍數、構成之雜種性及其生殖習性等。例如，自花授粉之二倍體豌豆，獲得很大的成功。營養繁殖作物誘變之機會很高。誘變作物後裔之選拔，均認爲突變體之發現、分離及試驗三項工作，爲誘變育種中最繁重之工作。今對誘致突變在作物育種上作評價，例舉其重要者如下：

(1)優點

a.改良優良品種之單一性狀極爲有效。

b.育成新品種所需之時間較任何其他育種法爲短。

c.在自然界任何曾發現之各種性狀，均可由誘變法發生，未發現之新性狀亦可由誘變得到。

d.可產生各種抗病性，使作物病害之防治容易。

e.可打破極緊密之連鎖基因。

f.遺傳質高度異型接合之營養繁殖作物，可用誘變改良其性狀，亦爲此類作物之最適育種法。

(2)劣點

a.目前適應誘變之作物種類有限。

b.一般需大量族群作選拔，費地費人力。

c.有利突變常伴隨染色體缺失及其他異常現象。

d.誘變之反應因作物種類與品種而不同。

e.作物誘變試驗經驗有限，尙未能證明有價值於育種。

f.僅有少數誘致突變能直接利用，通常不良性狀常與優良突變同在。

所以綜合上述優劣各點，誘致突變僅能認爲增加遺傳變異之一種工具，並不能直接產生優良新品種而取代傳統之育種方法。

11.生物技術

生物技術爲目前最新最進步之育種方法，尙在快速發展中，其對作物育種之貢獻，尙待日後評價。其內容由其他講師說明。

(八)應用上之異同

育種方法在應用上對自交作物與異交作物有其不同點。茲將重要者列表說明如下：

表十、育種方法應用於自花與異花授粉作物上之不同點

	自花授粉作物	異花授粉作物
馴化	慢	快
選拔次數	常一次選拔有效，數次選拔則在雜種初期選拔確實而迅速	因殘留惡劣基因爲異型形，必需永續選拔，選拔不確實也不迅速
混合選種效果	效果較小 僅作純化品種或維持品種純度之用	效果較大 能使不適應品種逐漸適應，亦可使性狀逐漸向選種方向進行，育成新優良品種
雜種優勢		
1.親本與其F_1雜種性狀間之關係	較密切	較不密切
2.利用方法上	先選拔具最優良性狀之現有品種，再育成最優組合遺傳基因之品種。雜交種子能經濟生產	1.先在自交系內、間選種，再用單交、三系或雙雜交雜種爲商業種子 2.選育多年生作物之優良營養系
新品種特性維持上	較易，可用 1.個體集團選拔法 2.系統集團選拔法 3.原株保存栽培法 4.育成品種之二次選拔	較困難 1.自交弱勢不顯著者，在小規模時，每年人工授粉，大規模時隔離栽培 2.自交弱勢顯著者，小規模時，用網室雜交，大規模時，隔離栽培或孤島採種
採種上	比較簡單	需保持外型一致，又需維持遺傳組成相異性，較困難

設計－育種計畫時應考慮之事項

一、決定目標：應考慮生產者、處理者、加工者及消費者之需要。

1.良好的決定，係根據充實的園藝學識與作物的利用。目標常難確定由於各權威的意見常不同。

2.目標可能在育種過程中有所修改。

3.調查育種材料時，可能發現所需性狀已經存在。

二、調查計畫有關之過去工作

1.參閱有關參考文獻。

2.求教育種家、種子生產者及其他有關權威。

三、調查已有之育種材料

1.建立與試驗所收集的品種，原始種與近緣種。

2.若所需性狀未能在已有材料中發現，可考慮用人爲誘變。

四、考慮作物生殖的因素

在園藝作物種類中生殖情形相差甚大，諸如生活世代的長短，天然雜交的程度，天然授粉媒介等，均對交配方式影響甚大，也影響育種程序。

五、遺傳方面

1.性狀的遺傳特性應加考慮。

2.性狀的表現、有環境或遺傳的影響，及其測定的方法與選拔。

3.不同育種方法的效果。

考慮上述因素選擇適當的育種計畫。育種計畫並無十全十美的，只有依不同種類作物，找出最適合有效的育種方法，以求達到育種目標。

參　考　文　獻

1.汪呈因　1959　作物育種學　正中書局　405pp.

2.李學勇　1959　園藝育種學　時代出版社　371pp　增訂再版　1981　臺大植物系　425pp

3.洪　立　1988　蔬菜育種之過去、現在與未來　pp.13-27　陳榮五、李善忱編　蔬菜品種改良研討會專集　臺東區農業改良場

4.陳榮五、李善忱　1988　蔬菜品種改良研討會專集　臺東區農業改良場　349pp.

5.陳嘉昇、陳　成　1986　單籽後裔育種法概說　科學農業 34(1-2):1-9

6.湯文通　1967　作物育種之原理與實施　國立臺灣大學農藝學系　作物育種研究室　753pp.

7.蔣明南　1982　園藝育種之重要及其應循之方法　臺灣農業 18(1):6-15

8.蔣明南　1982　近代育種觀念在本省園藝上之應用　臺灣農業 18(2):1-16

9.蔣明南　1982　園藝作物的變異及其選拔　臺灣農業 18(6):18-32

10.盧守耕　1960　現代作物育種學　國立臺灣大學農學院叢書 第10號 420pp.

11.盧守耕譯　1976　作物育種學導論　國立臺灣大學農學院叢書 第16號 324pp.

12.顧元亮　1978　中正科學大辭典　農科　作物育種分科　臺灣商務印書館 169pp.

13.中島哲夫等 1987 新シイ植物育種技術 養賢堂 東京 pp.16-17

14.Allard, R. W. 1960 Principles of plant breeding. John Wiley & Sons, Inc., N.Y. 485 pp.

15.Briggs, F. N. and P. F. Knowles. 1967 Introduction to plant breeding. Reinhold Publishing Corporation, N. Y. 426 pp.

16.Chang, W. N. and R. T. Opena. 1987 The breeding of horticultural crops. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taipei, ROC. 273 pp.

17.Poehlman, J. M. 1959 1st ed., 1979. 2nd ed., 1987. 3rd ed. Breeding field crops. Henry Halt & Co., N. Y.

18.Sneep, J. and A. J. T. Hendriksen. (eds.) 1979. Plant breeding perspective. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands.